

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Racionalizace výroby kabelových svazků

Rationalisation of Production of Cable Bundles

Student:

Michal Stolárik

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Josef Novák, CSc.

Ostrava 2012

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Michal Stolárik**

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2301R040 Průmyslové inženýrství

Téma:

Racionalizace výroby kabelových svazků  
Rationalisation of Production of Cable Bundles

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu.
2. Posouzení současného stavu.
3. Specifikace problému.
4. Racionalizace procesu výroby kabelových svazků.
5. Celkové zhodnocení řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. VŠB-TU Ostrava, 2006. 105 s. ISBN 80-248-1223-1  
KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Grada Publishing, 2002. 421 s. ISBN 80-247-0199-5  
*Racionalizace výroby* [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. [cit. 2011-12-06]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>  
*Organizace a řízení* [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. [cit. 2011-12-06]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>  
TOMEK, Gustav. VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby*. Grada Publishing, 1999. 439 s. ISBN 80-7169-578-5


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012




  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry

  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 14.5.2012

  
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 14.5.2012



podpis

Jméno a příjmení autora práce: Michal Stolárik

Adresa trvalého pobytu autora práce: Nad Lipinou 1725, Frýdek-Místek

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Stolárik, M. *Racionalizace výroby kabelových svazků: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2012, 53 s. Vedoucí práce: Novák, J.

V této bakalářské práci se budu zabývat problematikou těsnosti kabelových svazků, zavedením nového postupu zástřiku průchodek používaných na kabelových svazcích a současně hledáním řešení k dosažení 100% těsnosti těchto průchodek. Úprava pracovního postupu byla nutná z důvodu navýšení objednávek zákazníka. V úvodní části bude popsána technologie zástřiku s popisem stroje a průchodky samotné. V hlavní části práce se budu zabývat hledáním nejoptimálnějšího řešení úpravy k dosažení 100% těsnosti a následně k zavedení nového postupu zástřiku. V závěru práce budu vyhodnocovat technicko-ekonomické vyjádření provedené úpravy a zavedení nového postupu zástřiku.

## ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

Stolárik, M. *Rationalisation of Production of Cable Bundles: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2012, 53 p. Thesis head: Novák, J.

In this Bachelor Thesis I am going to deal with the issue of tightness of cable bundles, implementing a new procedure of injection of grommet which is used on cable bundles and also seeking solutions to achieve 100% tightness of these grommets. Modification of the procedure was necessary due to an increase of customer orders. In the introductory part, the selected technology of injection with a description of the machine and grommet itself will be described. In the main part I am going to deal with a search for the most optimal solution of modification to achieve 100% tightness and subsequently to implement a new procedure of injection. In conclusion I am going to evaluate the technical and economical benefits of the modifications and the implement of new procedure of injection.

# Obsah

Obsah .....	6
Úvod.....	8
1. Analýza současného stavu .....	10
1.1. Průchodka .....	12
1.2. Parametry těsnosti a testovací zařízení .....	13
2. Posouzení současného stavu .....	15
2.1. Pracovní proces .....	16
2.2. Vstřikovací materiál .....	19
2.3. Vstřikovací parametry .....	21
2.4. Tvar průchodky.....	22
3. Specifikace problému .....	23
4. Racionalizace procesu výroby kabelových svazků .....	28
4.1. Metody racionalizace výroby.....	30
4.2. Časové studie .....	34
4.3. Metody studia pracovně – organizačního systému v prostoru a čase .....	37
4.4. Metody vícestranného pozorování.....	42
4.5. Změna pracovního postupu.....	43
4.6. Zajištění 100% těsnosti .....	47
5. Celkové zhodnocení zlepšení .....	49
Závěr .....	51
Seznam použité literatury: .....	53

**Použité značky a symboly:**

PA 6.6 – označení materiálu Polyamid

SOP – start of production (začátek sériové výroby)

mBar – milibar,  $1 \text{ bar} = 100 \text{ Pa} = 0,1 \text{ Mpa}$

## Úvod

Pro první část své bakalářské práce jsem si zvolil téma těsnost, přesněji řečeno zajištění 100% těsnosti kabelových svazků. Jedná se totiž o jeden z požadavků na výrobu kabelových svazků pro automobilový průmysl. To, že je vše zapojeno a tudíž funguje na 100 %, v našem případě svítí (obrysová světla, denní a dálkové svícení, brzdové a zpětné světlo, mlhové světlo) a bliká (ukazatele směru) považujeme za samozřejmost. Ale nedílnou součástí při výrobě většiny kabelových svazků pro všechny výrobce světlometů (Hella, Visteon, Valeo, ZKW atd.) je také požadavek na těsnost kabelových svazků, respektive na těsnost světlometů samotných.

Osobně jsem viděl již několik vozů známých značek, u kterých pronikla vlhkost do světlometu a zde zkondenzovala na skle, což nejen zhoršuje světelné vlastnosti, ale také snižuje životnost samotného světlometu včetně komponentů uvnitř, především žárovek. No a ruku na srdce, kdo z nás by chtěl mít místo světel ušmudlanou, zamlženou lampičku.

Druhá část práce je zaměřena na zvýšení produktivity práce, konkrétně na technologický postup při zástřiku průchodového dílu z důvodu navýšení požadavku zákazníka. Původní požadavek, který byl uvažován při přípravě kalkulace – cenové nabídky, byl požadavek na výrobu 140 000 kusů kabelových svazků ročně. Po osmi měsících od nominace, požádal zákazník o prověření možnosti výroby dvojnásobného množství svazků, tedy 280 000 kusů za rok. Při tak velkém navýšení objemu produkce bylo nutno prověřit všechny operace, zda je toto navýšení kapacitně zvládnutelné pro každou jednotlivou operaci.

Přezkoumání byly podrobeny všechny pracovní operace, které jsou prováděny při výrobě tohoto kabelového svazku. Následující výčet je uveden v takovém pořadí, v jakém jsou tyto pracovní operace prováděny:

- stříhání vodičů + krimpování kontaktů
- provlečení vodičů průchodkou + zapojení objímek
- ruční krimpování kontaktů
- svar spojky + izolování svaru
- zapojení centrálního konektoru + bandáž větve vodičů
- zástřik průchodky + nasazení těsnění
- test svazku + balení



U prvních čtyř operací mohlo dojít k navýšení produkce v podstatě okamžitě, u operace „zapojení centrálního konektoru + bandáž větve vodičů“ bylo potřeba dokoupit jeden bandážovací přípravek v hodnotě 3 000 Kč. Operace „test svazku + balení“ byla z hlediska navýšení produkce taktéž bez komplikací. Pouze u operace „zástřík průchodky + nasazení těsnění“ bylo potřeba úplně změnit pracovní postup + dokoupit třetí díl vstříkovací formy, více v kapitole 4.7.

## 1. Analýza současného stavu

V úvodu své práce bych Vás rád seznámil s firmou „Kabel a Drát s.r.o.“. Tento název je smyšlený, toto je však jediná vymyšlená věc v této bakalářské práci. Vše ostatní vychází z mých vlastních zkušeností ve skutečné firmě, kde pracuji jako technolog-projektový vedoucí a jednou z mých mnoha povinností je zavádění nových výrobků do výrobního procesu.

Firma Kabel a Drát byla založena v roce 1992 a v současné době zaměstnává přes sedm set zaměstnanců. Firma se nachází v těsné blízkosti města Ostravy na rozloze 1 800 m<sup>2</sup>. V roce 2012 byla dokončena stavba čtvrté výrobní haly a celková výrobní plocha se tak zvětšila na 1 300 m<sup>2</sup>. Firma se specializuje na výrobu kabelových svazků. V převážné většině se jedná o kabelové svazky do předních a zadních světlometů pro osobní a nákladní automobily. Velmi malé procento výroby tvoří jiné typy kabelových svazků, např. pro výrobce bílé techniky.

V čele společnosti stojí obchodní ředitel a technický ředitel. Strukturu firmy tvoří tato oddělení:

- Obchodní oddělení
- Účetní oddělení
- Technická příprava výroby
- Výrobní oddělení
- Personální oddělení
- oddělení Řízení jakosti
- oddělení Inženýringu
- Údržba

Na úplném začátku výroby kabelových svazků je požadavek zákazníka na zaslání cenové nabídky na základě dodaného výkresu a doplňujících informací, např. o předpokládaném ročním množství vyráběných svazků.

Po vypracování kalkulace oddělením technické přípravy výroby (dále jen TPV) je tato cenová nabídka zaslána obchodním úsekem (dále jen OÚ) zákazníkovi. V případě, že zákazník zváží tuto nabídku jako nejlepší, následuje tzv. nominace dodavatele, a na základě této nominace se nastartuje celý proces nezbytných kroků, na jehož konci je zavedení nového výrobku do sériové výroby nejprve u výrobce kabelového svazku a následně u zákazníka, tedy výrobce světelné techniky nebo jiných zákazníků, používajících ve svých výrobcích kabelové svazky. Tento proces, od nominace po SOP, trvá přibližně šest měsíců, u větších projektů může trvat rok.

Během této doby je nutná účast všech důležitých oddělení firmy pod vedením pověřeného technologa-projektového vedoucího, který je za tento proces zodpovědný. Tato spolupráce probíhá napříč všemi odděleními firmy. A to od zajištění materiálu potřebného k výrobě, jako jsou konektory, kontakty, vodiče atd. obchodním oddělením, přes vypracování technologických postupů a výběrem výrobního zařízení oddělením TPV, až po zaškolení výrobních dělníků oddělením výroby.

Pracovní náplň všech oddělení firmy je pochopitelně daleko složitější, jedná se o nepřeberné množství rozličných úkonů, pracovních stereotypů i invencí, a vše ústí v kompletní celek, který je podřízen dvěma cílům: dosažení zisku a spokojenosti zákazníka.

## 1.1. Průchodka

Drtivá většina všech kabelových svazků se skládá z těchto komponentů: vodič, kontakt, konektor, objímka žárovky. Případně dalších komponentů jako jsou izolační a ochranné trubičky vodičů, kabelových spon pro sepnutí více vodičů v ucelenější celek, případně k připnutí takto sepnutých vodičů na konkrétní místo ve světlometu za pomoci spon s fixačním prvkem, dále bandážovacích pásek, nebo různých průchodových dílů tzv. průchodek, kterými prochází vodiče. A právě tyto průchodky jsou jedním s mnoha dílů použitých na kabelových svazcích. Jejich úkolem je zajistit těsnost kabelového svazku tak, aby se vlhkost nemohla dostat dovnitř světlometu. Představují předěl mezi venkovním a vnitřním prostředím samotného světla automobilu.

Existují dva základní typy průchodek:

- |              |   |
|--------------|---|
| Celostříkané | – vodiče jsou vloženy do formy a do dutiny je vstříknut materiál, který obalí tyto vodiče a vytvoří kolem nich těsnicí kroužek tzv. průchodku   |
| Vstřikovací  | – průchodka je již vyrobená, vodiče jsou protaženy otvory v této průchodce a nakonec se zastříkne vnitřní dutina v průchodce pro zajištění těsnosti a zároveň zařezání vodičů ve správné vzdálenosti. |

V této bakalářské práci se budu blíže věnovat druhému typu průchodky s cílem prozkoumat možnosti zajištění 100% těsnosti kabelových svazků. Zajištění absolutní těsnosti světel automobilů je sice úkolem výrobců světlometů, ale bez kvalitních komponentů, vstupujících do výrobního procesu při výrobě předních i zadních světel, by nebylo možné této těsnosti dosáhnout. Takovým důležitým (možná nejdůležitějším) komponentem uvnitř světel je kabelový svazek, jehož funkci lze rozdělit na elektrickou a těsnicí část.

Obr. č. 1



Na obrázku je výřez německého vozu se zadním světlem, ve kterém je použit kabelový svazek s průchodkou, kterou budu v této bakalářské práci blíže popisovat.

## 1.2. Parametry těsnosti a testovací zařízení

Jedním z mnoha požadavků na výrobu kabelového svazku pro zadní světlonu německého výrobce automobilů byl požadavek zákazníka, tedy výrobce světlometu, na provedení testu těsnosti s těmito parametry:

- Vstupní tlak: 200 mbar
- Délka testu: 5 s
- Dovolенý úbytek: 25 %

Testovací zařízení je součástí montážně-testovací desky nebo testovacího boxu. Ty jsou zařazeny vždy na závěr celého výrobního procesu a jsou součástí poslední operace. Každý vyrobený svazek musí nejdříve projít testem těsnosti a po vyhodnocení testu jako OK následuje test elektrický, tedy zda je vše zapojeno správně a nedochází ke zkratu. Na závěr je svazek označen tepelným razítkem na centrálním konektoru. Značení se ve většině případů provádí ve formátu WWYY, tedy týden týden rok rok. Označení 3211 znamená třicátý druhý týden roku 2011.

Abychom mohli svazek otestovat, je nezbytné komponenty, na které se vztahuje požadavek zákazníka, tedy průchodku, spolu se dvěma objímkami založit do tzv. testovacích modulů. Tyto moduly simulují otvory v zadní části světla, do kterého se zabudovávají na montážní lince výrobce světlometu. Tyto moduly se skládají z několika částí, pro naše účely bude stačit zmínka o tom, jak fungují. Po založení průchodky a objímek do testovacích modulů a zmáčknutí tlačítka start, dojde k naplnění komor vzduchem pod tlakem 200 mbar, následně k uzavření komor a odpočítávání 5 vteřin. Po uplynutí této doby musí v komoře zůstat tlak 150 mbar nebo vyšší. Pokud tlak poklesne pod tuto hodnotu, je tento svazek vyhodnocen jako netěsný, tudíž zmetek. Testovací zařízení je pravidelně kontrolováno a na začátku každé směny je proveden kontrolní test v podobě přetestování tzv. kontrolních svazků, které jsou součástí testovací desky a slouží k vyloučení chyb testovacího zařízení. Všechny svazky, které jsou dodávány zákazníkovi, vyhovují jeho požadavkům. I přesto se objevil nečekaný problém. Čínský závod zákazníka, který je dodavatelem světel pro asijský trh, požádal o mimořádnou dodávku kabelových svazků v počtu 1 200 kusů z důvodů výpadku jejich lokálního dodavatele a po obdržení této mimořádné dodávky podrobil tyto svazky, kromě běžných zkoušek, také zkoušce těsnosti pod vodou, tzv. bublinkový test. Při

tomto testu byl zaznamenán únik vzduchu v podobě několika bublinek vycházejících z průchodky v místě těsně vedle zastříknutých vodičů, respektive z nepatrné dírky mezi vodičem a vstříknutým materiálem. Toto místo bylo označeno s tím, že se jedná o vadné kusy, na které bude uplatněna reklamace. Zákazník poukazoval na normu TL 800, která uvádí např. toto: Jakýkoliv únik vzduchu při tlakové zkoušce těsnosti je nepřípustný! Zároveň však tato norma uvádí, že požadavky na výkrese mají před uplatněním této normy přednost. Tento rozpor odmítal zákazník připustit. V rámci zachování dobrých vztahů s tímto zákazníkem bylo interně rozhodnuto o vyřešení tohoto problému, a to nad rámec povinností vyplývajících z dodržení předepsaných parametrů na výkrese. Při výrobě kabelových svazků s touto průchodkou tedy vyvstala otázka, zda existuje možnost tuto průchodku zatěsnit absolutně, tedy na 100 %?

Zajištění 100% těsnosti bylo tedy cílem při následných zkouškách a teoretických úvahách na změnu či úpravu:

- procesu
- vstřikovacího materiálu
- vstřikovacích parametrů
- tvaru průchodky

## 2. Posouzení současného stavu

V současnosti se pro zástřik průchodek používá stroj OptiMel 2002, bližší popis viz níže. Na tomto stroji se během jednoho pracovního cyklu vyrobí (zastříknou) dva kusy průchodek najednou. Velikost stroje, respektive pracovního stolu stroje, na který se upevňuje spodní díl formy, neumožňuje použít větší formu pro zástřik průchodek, tedy takovou, která by umožňovala zástřik více než dvou kusů najednou. Navíc zakládání kabelových svazků do této formy je časově poměrně náročné, svazek musí být založen velmi přesně a není tudíž jisté, jestli by více násobná forma znamenala celkovou časovou úsporu. Kromě samotné průchodky, která má své přesně vymezené místo ve formě, zůstávají uvnitř formy během pracovního cyklu ještě vodiče procházející průchodkou. Ostatní části svazků jsou vyvedeny mimo formu. Vodiče musí být umístěny přesně do vymezených vodících žlábků. Pokud nejsou vodiče založeny řádně, snadno dojde k poškození izolace vodičů při uzavření obou dílů formy. Jakékoli poškození izolace je nepřipustné, takový svazek musí být vyřazen jako zmetek. A protože u tohoto projektu jsou při této operaci zastříkávány již kompletní kabelové svazky, znehodnocení těchto svazků představuje poměrně velkou finanční ztrátu. Na jedné straně tedy stojí snaha o co nejrychlejší provedení operace, na straně druhé stojí pracnost operace. Manuální zakládání svazků do formy nelze ničím nahradit ani urychlit, záleží pouze na manuální zručnosti každého operátora, který tuto činnost provádí. Rovnováha mezi těmito dvěma stranami mince představuje nejehospodárnější provoz. Urychlení práce na této operaci by bylo možné pouze při zapojení dalšího pracovníka. Tato možnost ale nepřichází v úvahu z důvodu bezpečnosti. Stroj disponuje velmi horkou částí tzv. vstřikovací tryskou, která je součástí vstřikovací hlavy. Tato vstřikovací hlava je umístěna ve vnitřní části stroje zhruba deset centimetrů od upevněné vstřikovací formy a pohybuje se během pracovního cyklu směrem dopředu k vstřikovací formě. Při zakládání svazku do formy může dojít ke kontaktu obsluhy stroje s touto vstřikovací hlavou. Na stroji mohou pracovat pouze proškolení operátoři. Další nebezpečí úrazu hrozí v okamžiku zavírání formy, tedy ve chvíli kdy horní díl formy sjíždí dolů. Toto nebezpečí je eliminováno systémem spouštění pracovního cyklu, operátor musí oběma rukama zmáčknout dvě tlačítka zároveň, nemá tedy v tomto okamžiku možnost nechat ruce v pracovním prostoru stroje. Tento bezpečnostní prvek by ale při obsluhování stroje dvěma lidmi ztratil svou účinnost a pracovní činnost by se stala velmi riskantní záležitostí. Bezpečí zaměstnanců je vždy přednější.

## 2.1. Pracovní proces

Pro zástřik průchodky se používá stroj OptiMel 2002. (viz obr. č. 2) [8]:



OptiMel 2002 byl vyvinut pro výrobu částečně nebo plně zástřikávaných výrobků s důrazem na vysokou přesnost zástřiků. Jedná se o plně automatizovaný stroj, s plně kontrolovatelným procesem. Stroj disponuje vysoce komfortním, dotykovým displejem Simatic od společnosti Siemens. Po seřízení stroje seřizovačem, veškerou následnou obsluhu provádí jeden operátor. Jedná se o tzv. nízkotlaký zástřik, tzn. tlak, který lze na tomto stroji využívat se pohybuje v rozmezí 5 – 40 barů.



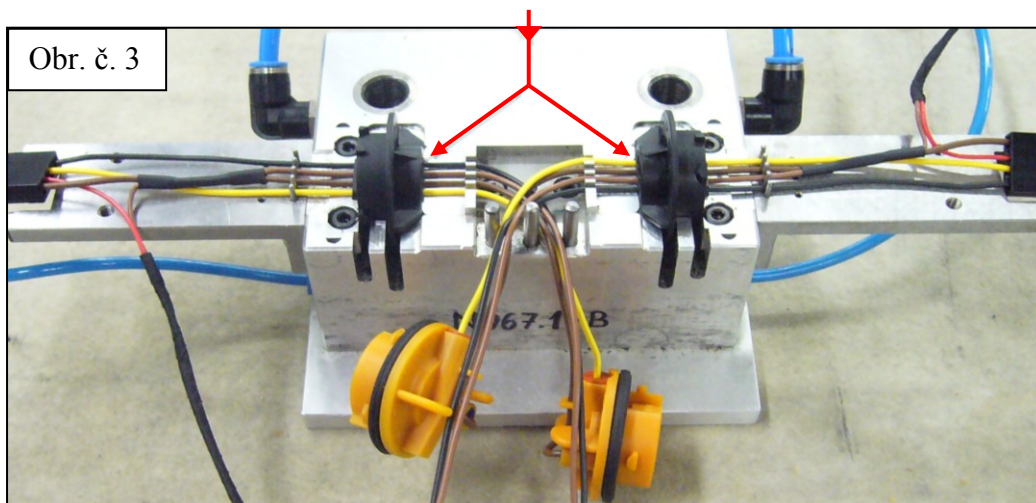
### **Technická data [8]:**

- pracovní teplota      max. 250 °C
- tlak vstřikování      0,5 – 4 MPa / 5 – 40 barů
- spotřeba el. energie      4,5 kW
- obsah tanku      12 l
- rozměry      V 1 650 mm  
                            Š 820 mm  
                            H 1325 mm

### **Popis práce na stroji:**

- obsluha stroje založí výrobek určený k zastříknutí do formy upevněné na pracovním stole
- stiskem dvou tlačítek současně dojde k pojezdu horní části stroje směrem dolů a tím k uzavření dvou dílů forem
- k takto uzavřené formě přijede vstřikovací hlava v místě spojení obou dílů formy, tzv. dělicí rovině a dojde ke vstříknutí materiálu
- po odjetí vstřikovací hlavy dojde k cirkulaci chladicí kapaliny, v našem případě vody, uvnitř obou dílů formy
- po zchladnutí dojde k odjetí horní části a tím k otevření formy, obsluha vyndá zastříknutý výrobek z formy a vloží nový kus, cyklus se opakuje

Na obrázku je spodní díl vstříkovací formy se založenými svazky a umístěnými průchodkami. Při jenom vstříkovacím cyklu se zalijí vždy dva kusy najednou. Červená čára znázorňuje vtok vstříkovaného materiálu.



Pracovní proces a typ zařízení byl vybrán s ohledem na již používanou technologii nízkotlakého zástříku. Tato technologie se osvědčila již v minulosti na jiných projektech a to na podobném typu průchodky.

Zavedení nové technologie by bylo velmi nákladné bez jistoty návratu této investice. Navíc tato technologie byla brána v úvahu při vytváření kalkulace, což umožnilo nabídnout zákazníkovi nejnižší možnou cenu a získat tento projekt do výroby. Z tohoto pohledu byla změna procesu vyloučena a bylo nutno najít řešení problému bez změny procesu.

## 2.2. Vstřikovací materiál

Jako další možnost zlepšení těsnících vlastností průchodky se jevílo použití jiného typu vstřikovacího materiálu. V současnosti se pro nízkotlaký zástřík používá polyamidové lepidlo Macromelt 6790S. Materiál, ze kterého se vyrábí průchodka je PA6.6. Vzájemnou přilnavost těchto materiálů uvádí následující tabulka spolu s dalším typem materiálu, který byl vybrán jako možná náhrada, jedná se o materiál Macromelt OM 657:

Tabulka č. 1		
Materiál průchodky	Macromelt 6790S	Macromelt OM 657
PA 6.6	+++	++++

++++ – velmi dobrá přilnavost

+++ – dobrá přilnavost

Vzhledem k uváděné lepší přilnavosti druhého typu Macromeltu bylo rozhodnuto zakoupit zkušební množství vstřikovacího materiálu OM 657. Bylo provedeno zkušební zastříknutí 600 kusů průchodek tímto „lépe“ přilnavým materiálem.

Z výsledku testu vyplynulo, že touto změnou nedojde ke zlepšení vlastností zástříku. Naopak se ukázalo, že nový materiál pomaleji chladne, je zde nutnost prodloužit chladicí čas, a tím se výroba zdražuje i přesto, že Macromelt OM 657 stojí 13,30 € za 1 kg. Stávající materiál Macromelt 6790S je trochu dražší, stojí 16,30 € za 1kg materiálu. Cenový rozdíl byl také jedním z důvodů k vyzkoušení jiného typu polyamidového lepidla. Předpoklad, že změnou zastříkávací hmoty dojde ke zlepšení těsnících vlastností zástříku a zároveň k úspoře peněz se, bohužel, nepotvrdil.

I nadále se využívá typ Macromelt 6790S, který vykazuje stejně dobré těsnící vlastnosti jako šestsetpadesátšedmička, a to i přesto, že je výrobcem ohodnocen o jedno „plus“ slabší známkou. Avšak jeho další důležitou vlastností, která se ukázala při zkouškách rozhodující, je doba chladnutí. Tento čas je přibližně o 2 vteřiny kratší. A i když se dvě vteřiny můžou

jevit na první pohled jako rozdíl zanedbatelný, v peněžním vyjádření se jedná o rozdíl poměrně znatelný

Roční objem produkce kabelových svazků (po navýšení) s tímto typem průchodky se pohybuje kolem 280 000 kusů. Každá vteřina lidské práce je vyjádřena přibližným ekvivalentem 10 haléřů. Dvě vteřiny se tedy rovnají 0,2 korunám.

$$280\,000 \times 0,2 = 56\,000 \text{ Kč ztráty za rok}$$

Spotřeba materiálu je přitom pouze 1 g na kus. (ať už jde o jakýkoliv typ)

Finanční úspora, při použití nového typu vstřikovacího materiálu na jednom kabelovém svazku by činila 0,075 korun.

$$(16,30 \text{ €} - 13,30 \text{ €} = 3 \text{ € za } 1\,000 \text{ g, tedy } 0,075 \text{ Kč za } 1 \text{ g})$$

$$280\,000 \times 0,075 = 21\,000 \text{ Kč úspory za rok.}$$

$$\text{Celková roční ztráta by se tedy rovnala: } 56\,000 - 21\,000 = \underline{35\,000 \text{ Kč/rok}}$$

Z uvedeného výpočtu vyplývá, že použití nového typu Macromeltu je ekonomicky nevýhodné. Pro zástřik průchodek se i nadále používá původního typ Macromelt 6790S.

Celkové náklady při použití stávajícího typu Macromeltu 6790S:

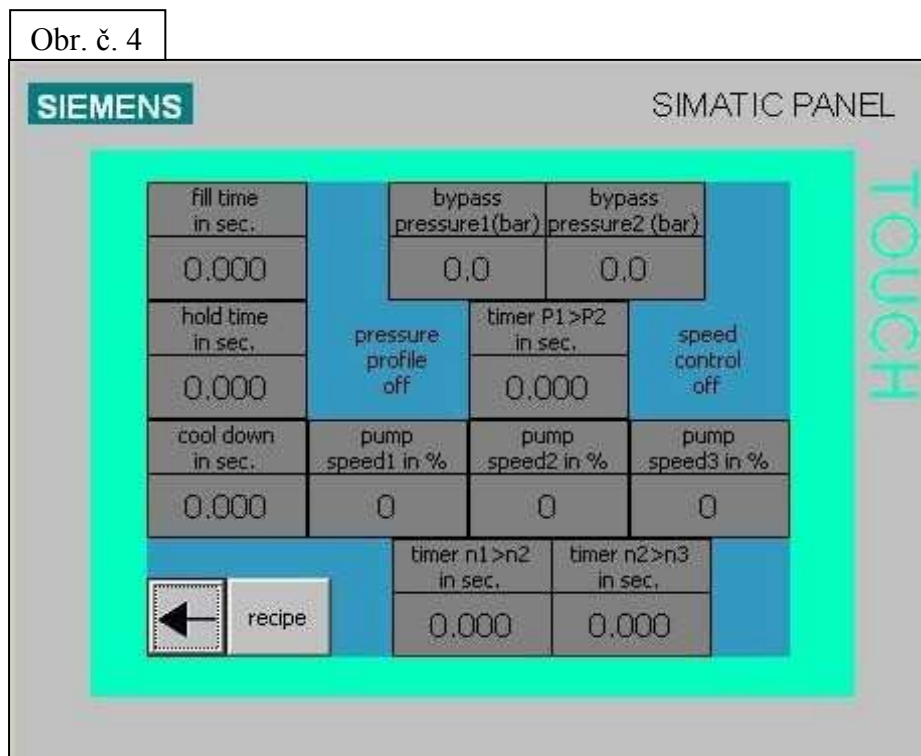
$$1 \text{ g/kus} + 0,5 \text{ g/kus odpad (vtok)}$$

$$280\,000 \times 0,0015 \text{ kg} = 420 \text{ kg/rok}$$

$$420 \times 16,30 \text{ €/kg} = 6846 \text{ €/rok (cca } 170\,000 \text{ Kč/rok)}$$

## 2.3. Vstřikovací parametry

Úpravou vstřikovacích parametrů jsem se já osobně zabýval dlouhou dobu. Všechny vstřikovací parametry se nastavují na displeji stroje, viz obrázek č. 4 [1], pod obrázkem jsou blíže popsány nejdůležitější údaje pracovního procesu.



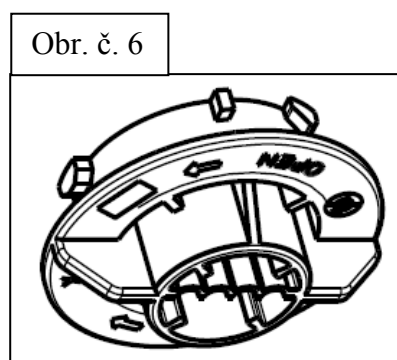
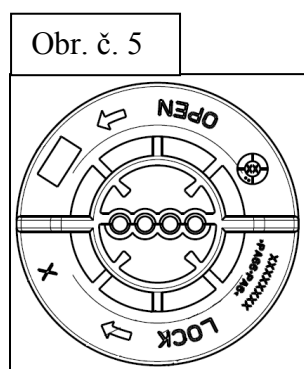
- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <i>fill time</i>         | – doba plnění, během této doby je vstřikován materiál   |
| <i>hold time</i>         | – doba výdrže, vstřikovací hlavice zůstává ve vstřikovací pozici  |
| <i>cool down</i>         | – doba chlazení, během níž zůstává horní díl přitisknut na spodní díl, spodním dílem protéká chladicí kapalina - voda |
| <i>bypass pressure 1</i> | – vstřikovací tlak, pod kterým je vstřikován materiál   |
| <i>pump speed</i>        | – výkon vstřikovací pumpy   |

Při zjišťování nejvhodnějších parametrů jsem vždy změnil jen jeden údaj, poté jsem nechal obsluhu stroje zastříknout několik kusů. Počet těchto zkušebních kusů vždy závisel na tom, jestli nedošlo po změně parametrů k výraznému zhoršení. Těchto přenastavení jsem provedl řádově desítky, někdy došlo k rapidnímu zhoršení, někdy došlo k nepatrnému zlepšení, většinou však nebylo možné změnu zaregistrovat pouhým zrakem. Nikdy jsem však nedosáhl takového zlepšení, aby bylo možné říct, že s tímto konkrétním nastavením budou kusy 100% těsné. Zaměřil jsem se tedy na tvar průchodky samotné.

## 2.4. Tvar průchodky

Tvar a velikost průchodky byly určeny již před začátkem výroby kabelových svazků, a to s hledem na velikost a umístění otvoru pro tuto průchodku v zadní, plastové části světlometu. Výrobce je německá firma, působící v oblasti výroby plastových komponentů pro automobilový průmysl s dlouholetou tradicí.

Čelní a prostorový pohled na průchodku. (viz obr. č. 5 a 6)

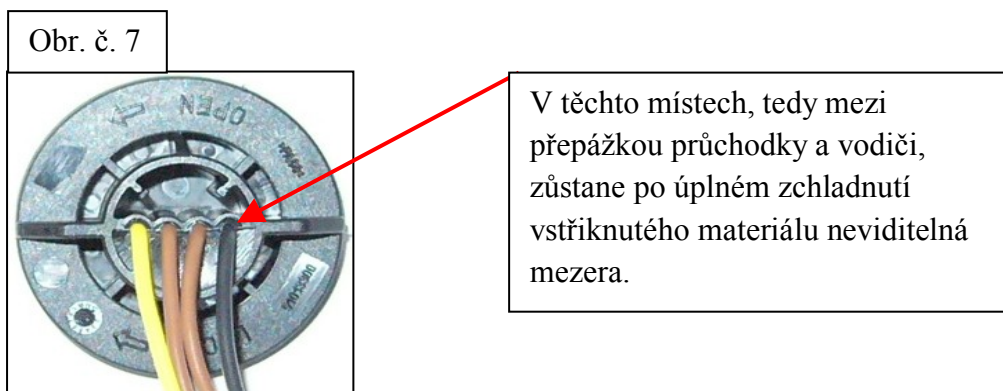


Průchodka, respektive její vnitřní část, určená k zatěsnění přidaným materiálem, je rozdělena na dvě poloviny. Tímto rozdělením dochází k úspoře vstřikovaného materiálu. Z technického hlediska není nutné, aby byla zastříknuta celá vnitřní část. Jelikož se jedná o sériově vyráběný díl, požadavek na změnu vnitřního tvaru či vyvedení vodičů ven by musel být schválen majitelem formy, pro kterého je tato průchodka vyráběna. I když z hlediska montáže tohoto dílu do světla jsou nejdůležitější vnější rozměry, všechny požadavky na změnu vnitřní části by sebou přinesly řadu jednání, na jejichž konci by byla, v případě souhlasu se změnou, velká finanční investice, která by musela být financována žadatelem o změnu, tedy výrobcem kabelového svazku. Z těchto důvodů bylo rozhodnuto o zachování stávajícího provedení průchodky.

### 3. Specifikace problému

#### Těsnost průchodky

Způsob, jakým je řešena vnitřní část průchodky, v sobě zahrnuje úsporu vstřikovaného materiálu na straně jedné, na druhé straně sebou toto řešení přináší problém v podobě obtížně dosažitelné těsnosti. Jelikož se vodiče dotýkají dělicí přepážky, vstřikovaný materiál se nedostává do tohoto prostoru a vodiče jsou řádně obaleny vstřikovacím materiálem pouze ve spodní části, bráno z předního pohledu. (viz obr. č. 7)



Tato nepatrná mezera propustí jen velmi málo vzduchu. Při testu těsnosti na testovacím zařízení, na kterém jsou nastaveny hodnoty z výkresu zákazníka, dojde k úniku vzduchu v rámci povolené tolerance. Tlak neklesne pod 150 mbar a takto zastříknuté průchodky jsou tedy vyhodnoceny jako OK kusy.

Stejný test lze provést pod vodou. Testovací zařízení je stejné, taktéž parametry testu jsou shodné. Jediný rozdíl je tedy v tom, že tento tzv. bublinkový test je prováděn ve vodní lázni. Celý svazek, s průchodkou založenou do testovacího modulu, je ponořen pod vodu. Při naplnění komory vzduchem a během odpočítávání pěti vteřin dochází k viditelnému úniku vzduchu skrz průchodku v podobě malých bublinek. Tato nepatrná mezera se vyskytuje zhruba na 5 až 7 % všech zastříknutých průchodkách. Jak to, že nejsou všechny kusy stejné?

Odpověď se skrývá částečně v nastavení vstřikovacích parametrů stroje Optimel a částečně ve vstřikovaném materiálu samotném. Polyamidové lepidlo Macromelt se nakupuje v podobě granulí. Tyto granule se vsypávají do tavicího tanku, který je součástí stroje. Zde

dochází k roztavení granulí na teplotu 220 °C. I při takto vysoké teplotě, zůstává Macromelt velmi hustý. Jeho doprava z tavicího tanku až do vstřikovací trysky není jednoduchá. Doprava je zajištěna soustavou pump. Otázkou zůstává, nakolik je tato doprava rovnoměrná. Časem se totiž všechny komponenty, které přicházejí do styku s tímto lepidlem, zanášejí. Nejviditelnější znečištění je na vstřikovací trysce. Ani pravidelná údržba však nezajistí stejné vstřikovací parametry pro všechny pracovní směny během výroby výrobní dávky.

V pracovním menu stroje se zpravidla přenastavují tyto vstřikovací parametry:

<i>doba plnění</i>	– je čas, kdy dochází ke vstřiku lepidla
<i>doba výdrže</i>	– je čas, kdy již nedochází ke vstřiku lepidla, vstřikovací tryska však stále zůstává ve vstřikovací pozici
<i>doba chlazení</i>	– je čas, potřebný ke zchladnutí vstříknutého materiálu uvnitř průchodky
<i>vstřikovací tlak</i>	– je tlak, pod jakým je Macromelt vstřikován
<i>výkon vstřikovací pumpy</i>	– změnou výkonu pumpy lze měnit intenzitu vstřikovacího tlaku

Úpravou „doby plnění“ a „vstřikovacího tlaku“ lze nejvíce ovlivnit kvalitu výsledného zástříku. Tyto úpravy byly prováděny za plného provozu stroje na velkém počtu kusů. Během těchto testovacích úprav vstřikovacích parametrů docházelo ke dvěma jevům:

- k nedostříknutí průchodky
- k přestříknutí průchodky

K prvnímu jevu, nedostříknutí průchodky, dochází vlivem nedostatečného vstřikovacího tlaku v kombinaci s krátkým vstřikovacím časem. Bylo jasné, že oba parametry, jak vstřikovací čas, tak i vstřikovací tlak musí být nastaveny na určitou minimální hodnotu. Hodnoty pod touto minimální hranicí způsobují větší či menší nedostříky, v každém případě jsou tyto kusy zmetkové.



Druhým jevem bylo přestříknutí průchodky, to bylo způsobeno příliš velkým tlakem nebo dlouhým vstřikovacím časem. Tento delší vstřikovací čas byl zároveň nevhodným řešením z hlediska celkové spotřeby času, obdobně jako delší čas potřebný ke zchladnutí druhého typu Macromeltu, viz kapitola 2.2.

K druhému jevu, přestříknutí průchodky, docházelo při nastavení tlaku na příliš vysokou hodnotu, kdy vstřikovaný materiál vyplnil i druhou polovinu průchodky. Z technického hlediska byl takto zastříknutý kus v pořádku. Takto „plně“ zastříknutá průchodka však měla dvě negativní vlastnosti.

Tou první byla spotřeba materiálu. Místo 1g lepidla potřebného na zastříknutí poloviny průchodky bylo potřeba 2 g Macromeltu při zalití celé průchodky. Spotřeba materiálu by se tímto zvýšila ze současných 375 kg za rok o dalších 250 kg. Vyjádřeno penězi, náklady by vzrostly přibližně o 100 000 Kč za rok.

Tou druhou negativní vlastností byla komplikace při vytahování takto plně zastříknutých průchodek z formy. Bylo takřka nemožné vytáhnout průchodku z formy, občas průchodka uvízla v horním dílu formy. Pro snadné vytažení zalitých kusů z formy se používají tzv. pneumatické vyhazovače. Jedná se o malé pneumatické válečky, které jsou součástí spodních dílů formy. Tyto válečky jsou umístěny přesně pod dutinou, do které se zakládají průchodky. Kontakt mezi pneumatickým válečkem a průchodkou zajišťuje silikonová vložka pevně spojená s pístem válečku. Po ukončení vstřikovacího cyklu, obsluha stroje zmáčkne dvě tlačítka pro aktivaci přívodu vzduchu do válečků, a tím k vytlačení zalitých průchodek. Bez těchto pneumatických vyhazovačů by bylo takřka nemožné vytáhnout zastříknuté průchodky z formy

Dutiny těchto forem jsou vyrobeny na konkrétní rozměry průchodky. Průchodka je ve formě uložena velmi těsně. Průchodka nemůže být ve formě založena volně, docházelo by k úniku vstřikovaného materiálu mimo průchodku. Pochopitelně, že tyto pneumatické vyhazovače by mohly být i součástí horního dílu formy. Toto řešení ale při návrhu konstrukce forem nebylo uvažováno, jelikož bylo hned zpočátku jasné, že průchodka nebude zastříknuta celá, ale jen z jedné poloviny. Tomuto řešení byl přizpůsoben konstrukční návrh vstřikovacích forem. Dodatečná úprava by si vyžádala nemalou investici. A to nejen na

úpravu vstřikovacích forem, ale také na úpravu formy německé firmy, která průchodku vyrábí. Bylo by totiž nutné upravit dělicí přepážku v průchodce samotné, tak aby byla zapuštěna hlouběji do těla průchodky. Při vstřikování by pak nebylo nutné překonat odpor této přepážky vysokými hodnotami vstřikovacího tlaku.

Vzhledem k finanční náročnosti všech potenciálních úprav bylo rozhodnuto zachovat původní tvar průchodky, tedy zastříkávání pouze jedné poloviny průchodky a nalezení jiného, finančně méně náročného řešení pro zajištění 100% těsnosti.

### **Navýšení výroby**

Z důvodů navýšení požadavků zákazníka bylo potřeba nalézt nový pracovní či dokonce technologický postup, tak aby byly splněny nové požadavky zákazníka. Pokud by došlo k odmítnutí požadavku zákazníka z důvodu nedostatečných kapacit strojů, vždy hrozí ztráta tohoto zákazníka a to nejen zastavením již rozběhnutého projektu, ale především ztráta důvěry firmy coby silného a spolehlivého partnera. Takovou ztrátu lze jen stěží nahradit, vždy je nutné udělat vše pro zákaznickou spokojenost. Navýšení produkce na dvojnásobek v sobě zahrnuje také dvojnásobný zisk. Na druhou stranu, v případě chybně zkalkulovaného výrobku, tedy v případě, že dohodnutá cena, na jejímž základě zákazník udělil nominaci, neodpovídá skutečnosti, hrozí také dvojnásobná ztráta. Uprostřed těchto dvou stavů se nachází cena, která v sobě „pouze“ nezahrnuje zisk, ale nehrozí výroba se ztrátou. V tomto konkrétním případě byl celý kabelový svazek zkalkulován velmi přesně, výsledné pracovní časy odpovídají kalkulovanému stavu. Tento kabelový svazek je vyráběn s přiměřeným ziskem a vzhledem k velkému ročnímu objemu výroby se jedná o velmi výhodnou produkci.

V našem případě bylo nutné zlepšit pracovní postup, nalézt cestu k větší produktivitě. První logickou úvahou ke zvýšení produktivity je zakoupení druhého stroje OptiMel. Pořizovací náklady nového stroje se ale pohybují v řádech milionů korun. Pro takovou investici jsou nutné dva předpoklady. Výhled, hraničící s jistotou budoucího využití stroje pro další projekty a alespoň jeden vznikající projekt, u kterého by bylo možno část pořizovacích nákladů rozpustit do ceny výrobku. Průměrná životnost projektů je plánována zákazníkem, téměř vždy se tato doba pohybuje od 4 let výše, a při dosti vysokém plánovaném počtu vyráběných kusů nemusí nutně cena výrobku stoupnout na takovou úroveň, aby nebyla konkurenceschopná.

V tomto případě se ale jedná o běžící projekt, náklady na pořízení nového stroje již nelze nijak umořit, jednalo by se o čistou investici firmy. Tato investice, s ohledem na pokračující světovou hospodářskou krizi, nebyla možná.

Bylo nutno najít levnější řešení. Po důkladném rozboru situace bylo rozhodnuto o prověření dosud nevyzkoušeného pracovního postupu, a to konkrétně o využití možnosti posuvu pracovní části stolu vstřikovacího stroje. Tato funkce, kterou stroj umožňuje, nebyla dosud nikdy ověřena v praxi. Doposud se využívalo stroje bez posuvu pracovního stolu. Tento pracovní stůl byl v podstatě napevno zafixován v jedné krajní poloze. Druhá část stolu, která byla volná, sloužila a nadále slouží, při zástřiku průchodek bez využití posuvu stolu, jako část odkládací. Např. při zástřiku podobného typu průchodky, která je použita na svazku s daleko menším ročním objemem výroby, se provádí zároveň nasazení těsnicího kroužku na průchodku společně se zapojením jednoho vodiče do centrálního konektoru, který je uložen v zásobníku umístěném přímo na pracovním stole. To umožňuje obsluhu vykonat toto zapojení v přiměřeně krátkém čase, tak aby bylo využito veškerého neproduktivního času, tedy času, kdy je strojem prováděn samotný zástřik průchodky. Při výrobě tohoto výrobku se podařilo využít veškerého času obsluhy stroje a zároveň urychlit konečnou montáž svazku, který je kompletován při následné operaci. Celkový čas finální montáže byl zkrácen přibližně o 3,2 s. Tato časová úspora, převedena na peníze, znamená roční úsporu přibližně 19 200 Kč při objemu produkce 60 000 ks za rok. V našem případě ale toto není možné, protože svazek vstupuje do operace zástřiku zkompletován celý. Jediná možnost, jak využít neproduktivní čas, je tedy pouze nasazení těsnicího kroužku na průchodku. V tomto duchu byla tato operace také zkalkulována. Popis operace viz str. 18. Možnost využití posuvu pracovního stolu se jevila jako jediná možná varianta vedoucí ke zvýšení produktivity.

## 4. Racionalizace procesu výroby kabelových svazků

Myšlenka racionalizace jako obecné metody logického myšlení, které je podmíněno rozumovou schopností člověka, je poměrně stará věc [6]. Samotné slovo „racionalizace“ má svůj původ ve starém Řecku, slovní základ Ratio znamená v překladu rozum. Racionalizace je pak nauka o metodách „rozumného“ řešení úkolů, která zahrnuje cílevědomou a systematickou činnost, která by měla v optimálním případě vést ke zvýšení technicko-organizační úrovně všech činností nutných pro produktivní a vysoce efektivní realizaci daného úkolu na straně jedné, a na straně druhé ke snížení ztrát materiálu i práce samotné na absolutní minimum. Pod pojmem racionalizace se skrývá neustálý proces zlepšování a ve stejném duchu je také potřeba přistupovat k řešení problémů, vždy je totiž co zlepšovat. Podnik, společnost, firma, která tvrdí, že v její organizaci není již co zlepšovat, se s největší pravděpodobností jen nedopracovala ke správným nástrojům, metodám, které by při vhodném používání vedly k úsporám všeho druhu, a tím by bylo prokázáno tvrzení, že vždy je možné něco zlepšit – racionalizovat.

Klíčem k takovému zlepšení je, alespoň podle mého názoru, zavedení tzv. štihlé výroby [9]. Pod pojmem štihlá výroba si můžeme představit výrobu, která je flexibilní, stabilní a především standardizovaná. V neposlední řadě je zaměřena na vyšší přidání hodnoty zákazníkovi a v konečném důsledku snižuje veškeré plýtvání a ztráty. Při zavedení štihlé výroby může každý podnik využívat celou škálu systémů, technik, metod, nástrojů a postupů, které jsou zaměřeny právě na výrobu, ať už z pohledu výroby samotné, či zajišťování kvality výrobků během výroby. Mezi nejznámější metody patří – JIT, DMAIC, KAIZEN, 5S, Jidoka, Poka-Yoke, Vizualizace, Benchmarking, Outsourcing. Tyto metody jsou součástí tzv. manažerských technik [2].

Manažerské techniky může rozdělit na systematické a analytické. Pro systematické techniky je charakteristické především:

- systematicčnost
- objektivnost
- kvantifikovanost
- subjektivnost

Pro techniky analytické je typické především to, že podrobují situaci těsnému a systematickému prozkoumání a řeší je v jejich klíčových bodech [2]. Oblast použití těchto manažerských technik je poměrně rozsáhlá a dotýká se prakticky všech oblastí v řízení podniku:

- finanční řízení
- řízení marketingu
- obecný management
- provozní management
- obecný management
- personální management

Mezi přínosy manažerských technik patří zejména to, že poskytují podporu a pomoc pro:

- kompetentní řízení podniků
- identifikaci možných směrů řešení
- porovnávání přínosů a vynaložených nákladů
- zlepšování ve všech směrech

a zároveň spolupracují při získávání a vyhodnocování obrovských množství faktických dat. Využití manažerských technik v podnicích však závisí na spoustě různých hledisek. Velice záleží na poslání organizace, např. z pohledu výroby určitého druhu výrobků, na způsobu výměny zboží mezi dodavateli a zákazníky, na velikosti podniku a jeho organizační struktuře, na interních a externích podmínkách fungování firmy atd.

Nikdy bychom neměli zapomínat na to, že *„Každá technika je jen tak dobrá, jako člověk, který ji provádí“* [2].

## 4.1. Metody racionalizace výroby

První metodou je metoda Just in Time (JIT) = právě včas. Tato metoda je zaměřena na včasnost, především na perfektní načasování dodávek. JIT byla zavedena do praxe v japonské firmě Toyota, odkud se rozšířila do celého světa. Cíle JIT jsou prezentovány jako “seven zeros” (sedm nul):

- nulová zmetkovitost
- nulové časy na přestavení strojů
- nulové zásoby
- nulové ztrátové časy při manipulaci a přepravě
- výroba bez přerušování (nulové ztrátové časy)
- nulové časy dodávek
- dávky o velikosti jedna

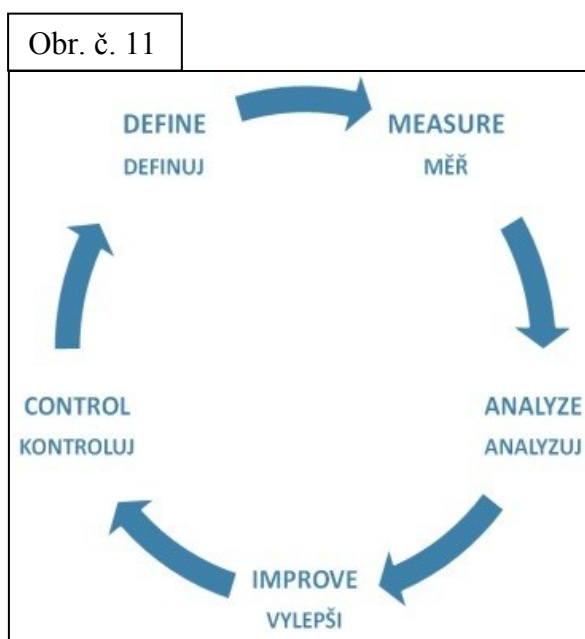
Při zavádění této metody do praxe je ale třeba zvážit, zdali např. výroba přesného počtu výrobků, tedy bez výroby kusů navíc, tzv. skladové zásoby, je pro ten který podnik vhodná. Připomeňme, že výroba většího počtu kusů v sobě skýtá výrobu s menšími pořizovacími náklady, a tuto úsporu je třeba porovnat s náklady na držení skladových zásob.

Snad ještě více specializovanou metodou s ohledem na zlepšování procesu je metoda DMAIC [3]. DMAIC – cyklus zlepšování, je metoda postupného zlepšování kvality, která je jako jeden z mnoha prvků zahrnuta v metodě SixSigma. Tato metoda je univerzální, její pomocí lze zlepšovat např. kvalitu výrobků, služeb, procesů, software atd.

Jak uvádí např. server managementmania.com, fáze cyklu zlepšení jsou:

- *D (Define) definovat* – definují se cíle, popisuje se předmět a cíle zlepšení (výrobek, služba, proces, data, atd.)
- *M (Measure) měřit* – měření výchozích podmínek ve smyslu principu “co neměřím, neřídím”
- *A (Analyze) analyzovat* – analýza zjištěných skutečností, příčin nedostatků
- *I (Improve) zlepšovat* – klíčová fáze celého cyklu, ve které dochází ke zlepšení na základě analyzovaných a změřených skutečností
- *C (Control) řídit* – zlepšený nedostatek je třeba zavést - urřídít, udržet zlepšení při životě

Na obr. č. 11 je grafické znázornění filozofie DMAIC:



Celý proces zlepšování je především týmová práce napříč odděleními podniku, a obě tyto zmiňované metody jsou součástí metodiky postupného zlepšování, metody KAIZEN.

Metoda KAIZEN vychází z kulturních tradic Japonska (slovo KAIZEN pochází z japonštiny a znamená „zlepšení“) Zlepšování se zaměřuje na postupné optimalizování procesů a pracovních postupů, zvyšování kvality a snižování zmetkovitosti, úspory materiálu a času vedoucí ke snižování nákladů nebo na bezpečnost práce a snižování úrazovosti na pracovišti [3].

Mluvíme-li o pracovišti, tak nelze nezmínit metodu 5S. Tato metoda je vlastně zjednodušeným principem štíhlé výroby. Jedná se o komplex principů pro zavedení a udržování perfektně organizovaného, uklizeného, a maximálně efektivního pracoviště. Každý nástroj, přípravek, prostě vše má své místo, tak aby bylo dosaženo efektivního používání pracoviště bez zbytečných pohybů, hledání atd. Tato metodika, která je základem štíhlé výroby, pochází z Japonska a zkratka 5S reprezentuje počáteční písmena konkrétních kroků, jak uvádí obrázek číslo 12 [4].

5S			
JAPONSKY	ANGLICKY	ČESKY	AKCE
<u>seiri</u>	sort	<b>setřídít, separovat</b>	definovat položky, které jsou na pracovišti potřebné a které se musejí z pracoviště odstranit
<u>seiton</u>	<u>straighten</u>	<b>systematizovat</b>	definovat přesné místo pro položky na pracovišti
<u>seiso</u>	<u>shine</u>	<b>společně čistit</b>	vyčištění a uspořádání pracoviště
<u>seiketsu</u>	<u>standardize</u>	<b>standardizovat</b>	standards uspořádání pracoviště
<u>shitsuke</u>	<u>sustain</u>	<b>stále zlepšovat</b>	audity zlepšování systému 5S

Mezi další metody a techniky sloužící k efektivnímu řízení procesu patří Jidoka. Základní myšlenkou této metody je přenést kontrolní činnost (činnost, která nepřidává žádnou hodnotu) z lidí na stroje, tak aby bylo dosaženo maximální kvality v procesu tím, že budou včas odhaleny veškeré nesrovnalosti ve výrobním procesu a že na ně bude včas reagováno.



Zavedení systému Poka-Yoke je další možností prevence lidských chyb. Tato metoda je založena na zavedení mechanického nebo elektronického opatření, které svou podstatou nedovolí obsluze vyrobit neshodný výrobek.

S touto metodou úzce souvisí další nástroj, tzv. Vizualizace. Účelem vizualizace je poskytování okamžité viditelné a slyšitelné znamení obsluze. Toto znamení slouží k varování o tom, že se ve výrobním procesu objevil nějaký nestandartní prvek, že může dojít k výrobě neshodného výrobku.

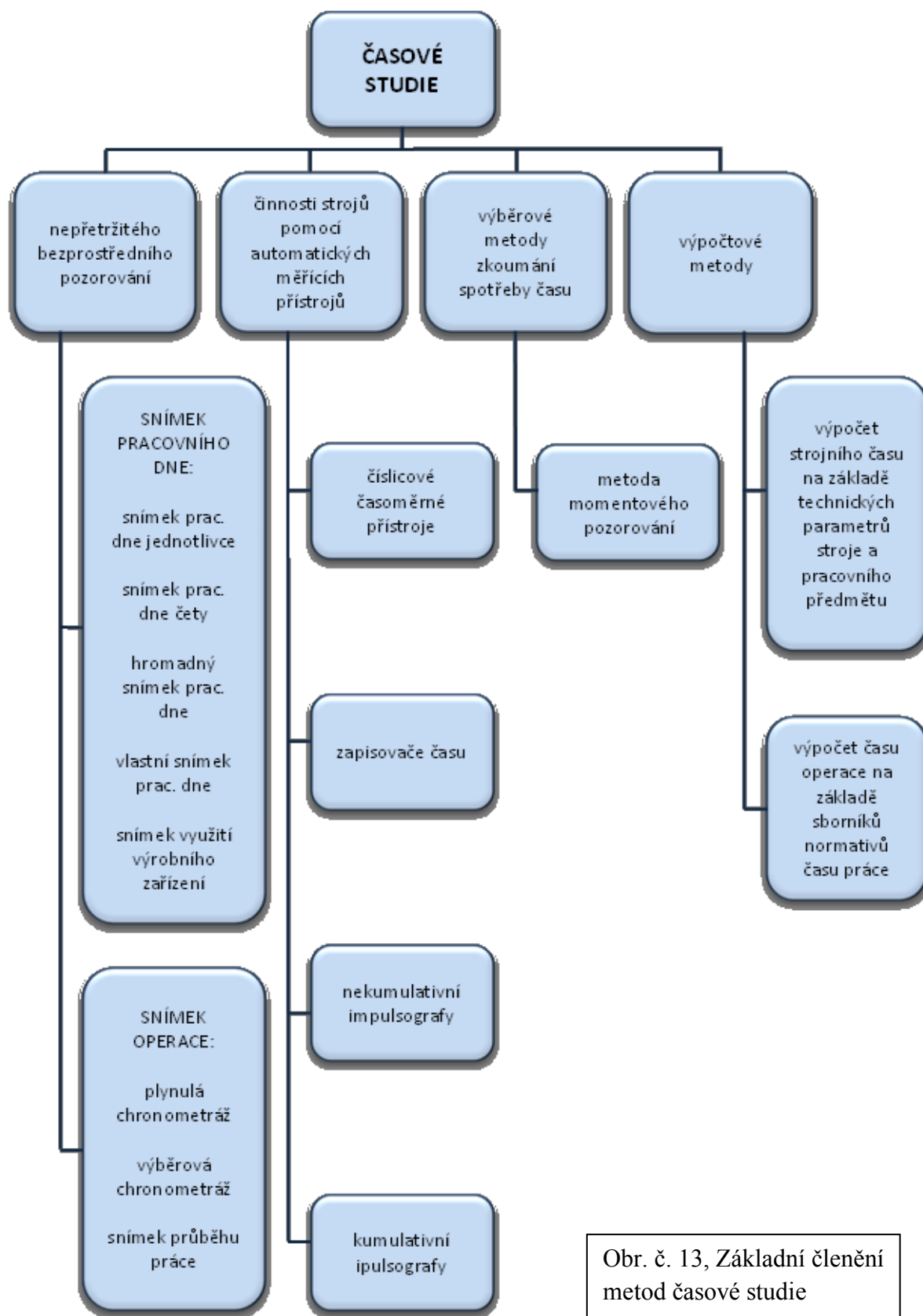
Velmi oblíbenou metodou je v dnešní době Benchmarking. Tato metoda v sobě zahrnuje neustálé sledování vlastní efektivnosti a porovnání stavu s konkurencí. Touto konkurencí jsou špičkové společnosti působící na trhu. Porovnáním vlastní výkonnosti s těmito „lídry“ trhu lze najít nejlepší postupy v podnikání, které povedou k vylepšení vlastních výsledků a celkovému nepřetržitému zlepšování vlastní výkonnosti.

Další, v současnosti velmi oblíbenou metodou řízení je Outsourcing. Smyslem outsourcingu je přenechání některých činností organizace jiné společnosti za účelem úspory financí i vlastních personálních kapacit. Podnik se pak může věnovat jen činnostem, které jsou smyslem jeho podnikání, ve kterých sám vyniká.

Tento stručný výčet metod a technik sloužících k efektivnímu řízení organizace je nutné doplnit o konkrétní nástroje racionalizace výroby. Bez těchto praktických nástrojů, sloužících ke zdokonalení jednotlivých operací pracovního procesu by nebylo možné určit, zdali jsou jednotlivé pracovní úkony nutné, postradatelné, či naprosto zbytečné. Mezi takové metody patří tři základní studie při racionalizaci práce [4]:

- časové studie
- metody studia pracovně – organizačního systému v prostoru a čase
- metody vícestranného pozorování

## 4.2. Časové studie



Obr. č. 13, Základní členění metod časové studie

Při stanovování skutečné normy spotřeby času u původního pracovního postupu, tedy při zástřihu průchodky bez použití posuvu pracovního stolu, byly použity následující časové studie:

- snímek pracovního dne jednotlivce
- snímek pracovní operace

Tyto studie jsou prováděny vždy před začátkem sériové výroby pro potřeby stanovení normy času a pro porovnání kalkulovaného času s časem naměřeným při skutečné výrobě. Ne vždy je při kalkulacích použito přesně takových časů, jakých lze v reálném provozu dosáhnout. U časů stěžejních technologií, kterými jsou např. stříhání vodičů + krimpování kontaktů, nebo ultrazvukové svařování, které se používají téměř nepřetržitě, jsou časy přesně stanoveny a k žádným odchylkám mezi kalkulovanými a skutečnými časy nedochází. Ale u technologií a pracovních operací, které jsou něčím specifické, nebo ty, které se nepoužívají příliš často, je obzvlášť důležité stanovit přesnou normu spotřeby času.

### **Snímek pracovního dne**

Do skupiny studií nepřetržitého bezprostředního pozorování řadíme snímky pracovního dne. Pomocí těchto studií zjišťujeme skutečnou spotřebu času jak pracovníků, tak i strojů. Tato metoda spočívá, jak už popis napovídá, v nepřetržitém pozorování, zaznamenávání a vyhodnocování spotřeby času jednoho pracovníka nebo taktéž celé skupiny pracovníků, tzv. pracovní čety během celé směny.

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| ➤ snímek pracovního dne jednotlivce | – pozorování jen jednoho pracovníka  |
| ➤ snímek pracovního dne čety        | – pozorování skupiny pracovníků  |
| ➤ hromadný snímek pracovního dne    | – současné pozorování až třiceti pracovníků za předpokladu odlišné techniky pozorování, měření, zaznamenávání a výpočtu podkladů pro vypracování bilance skutečné spotřeby pracovního času |

- vlastní snímek pracovního dne – rozdíl oproti předchozím spočívá v tom, že se zaměřuje pouze na časové ztráty vzniklé především z důvodů technických a organizačních nedostatků.

Postup provádění snímku pracovního dne:

- příprava k pozorování
- vlastní pozorování, měření a záznam
- vyhodnocení

### **Snímek pracovní operace**

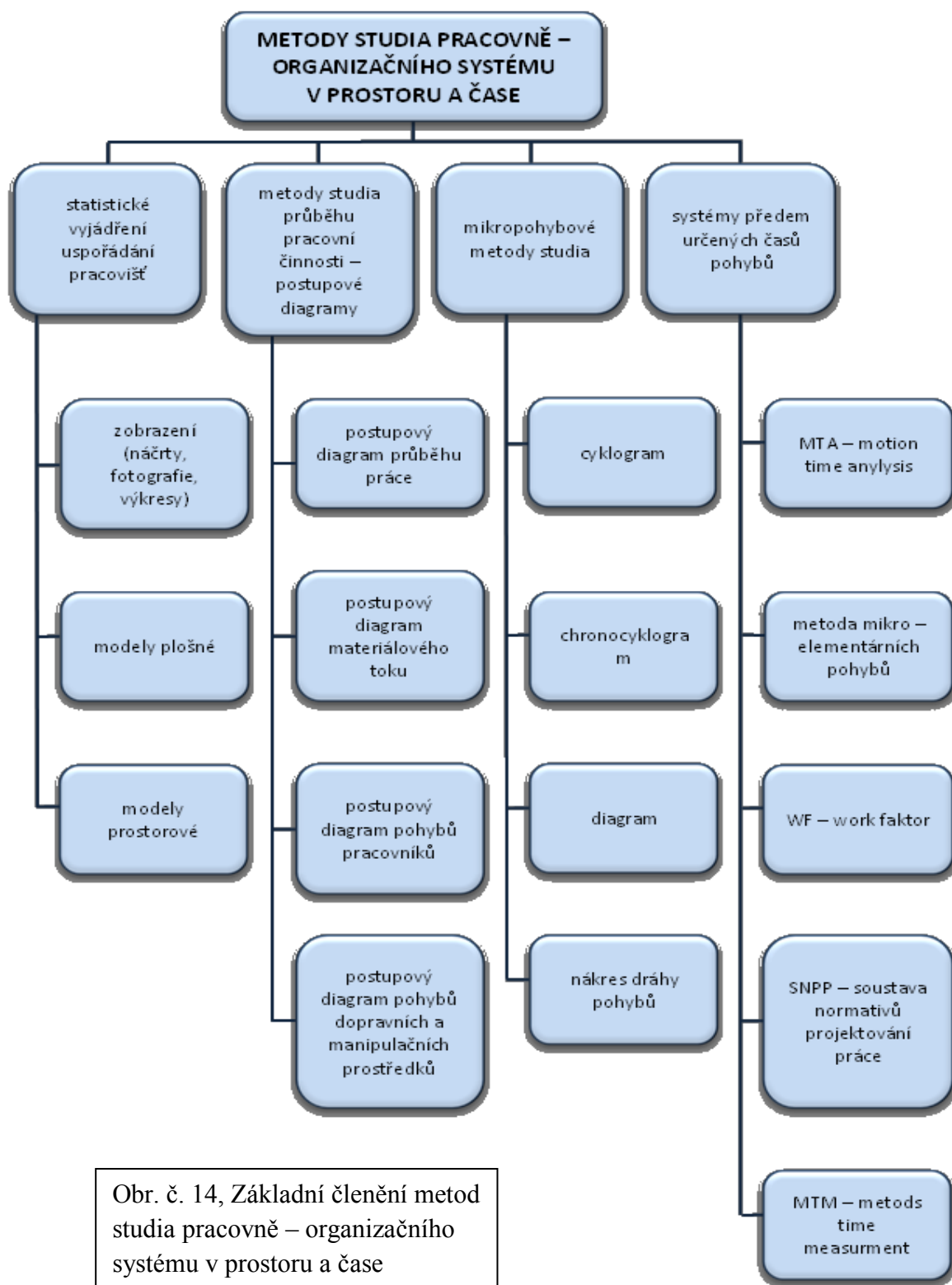
Snímek operace je metodou studia pracovního procesu, kterou zjišťujeme skutečnou spotřebu času na opakované operace na jednom, respektive několika podobných pracovištích.

- plynulá chronometráž – nepřetržité pozorování spotřeby času pro všechny úkony celé operace
- výběrová chronometráž – zkoumání jsou podrobeny jen některé pravidelně a nepravidelně se opakující předem známé úkony.
- snímek průběhu práce – sledování jen těch operací, které nelze předem určit

Postup provádění snímku pracovní operace:

- příprava k pozorování
- bezprostřední pozorování a zaznamenávání
- vyhodnocení záznamů a jejich úprava pro další zpracování

### 4.3. Metody studia pracovně – organizačního systému v prostoru a čase



## **Metoda MTM**

MTM – Motods Time Measurment (Měření času pracovních metod, vyvinutý Haroldem B. Maynardem, G. J. Stegemertenem a J. L. Schwabem uveřejněný v roce 1948 v USA). Metoda MTM je časově velmi náročná analýza, zaměřená na všechny možné detaily a je v současnosti považována za nejpřesnější systém předem určených pohybových časů. MTM obsahuje velmi podrobný soupis základních pohybů (sáhnout, přemístit, uchopit, umístit, uvolnit atd.) z nichž každý pohyb má několik variant. Pokud je možno určit základní pohyby a jejich odpovídající varianty, ze soupisu – datové tabulky mohou být převzaty příslušné časy. MTM je velmi přesný systém, ale pro každodenní aplikaci také velmi pomalý. Je nutné přesně měřit a správně určit vzdálenosti základních pohybů. Podrobnost tohoto systému může paradoxně vést k chybám při používání. Aby se předcházelo možným chybám a zároveň se zjednodušil způsob používání, byly vyvinuty různé verze analýzy MTM, např. metoda MOST.

## **Metoda MOST**

Tato metoda je zavedenou metodou v naší firmě a používá se při stanovování míry pracnosti u každého kabelového svazku již při kalkulování ceny. Výsledné časy, které jsou touto metodou stanoveny, jsou následně převedeny do podnikového systému jako tzv. náběhová norma poté, co na základě nominace zákazníkem technolog, pověřený vedením projektu, vytvoří v podnikovém systému technologický postup všech operací. Ke každé operaci je přiřazena norma, která byla kalkulována. Tyto náběhové normy nejsou pro výrobní dělníky v této fázi výroby závazné, představují jakýsi základ stanovené pracnosti každé operace. Až po rozběhnutí sériové výroby se na základě snímku pracovní operace stanoví finální podoba časové normy. Pokud by tato finální norma byla pod hodnotou náběhové normy, bude výroba na této operaci ztrátová. V takovém případě je nutno tuto operaci podrobit důkladnému prozkoumání a pokusit se nalézt vhodné racionalizační řešení ke snížení pracnosti a tím k eliminaci finanční ztráty. Z analýzy problému je pak nutno vycházet při kalkulování pracnosti podobného výrobku na této operaci.

MOST - Maynard Operation Sequence Technique (Maynardova technika sekvenčních operací, vyvinutá švédskou divizí společnosti H. B. Maynard, představena v roce 1974 v USA). U této metody již není základní jednotkou práce základní pohyb, ale základní aktivita (soubor základních pohybů) zabývající se přemísťováním objektů. A práce, ve své základní podobě, jak ji známe z fyziky, není nic jiného, než přemísťování hmoty či objektů. Tato definice se vztahuje na převážnou část práce, kterou výrobní dělník vykonává každý den při výkonu své profese. MOST je tedy systém měření práce, a proto se tato metoda soustřeďuje na přemísťování objektů. Toto systematické přemísťování objektů je efektivní, plynulé a produktivní, pokud jsou základní pohybové vzorce takticky uspořádány. Bylo zjištěno, že přemísťování objektů sleduje určité pravidelně se opakující vzorce, stejné jako u metody MTM, jako je sáhnout, uchopit, přemístit a umístit objekt. Tyto vzorce byly popsány a uspořádány jako sekvence pohybových prvků (či subaktivit) a slouží jako vodítko při analýze přemísťování objektů. Objekty lze přemísťovat dvěma základními způsoby: objekty jsou zvednuty a volně přemístěny vzduchem, nebo jsou přemísťovány ve spojení s jiným povrchem, např. paleta tlačena po zemi. Pro každý typ přemístění se používá jiná sekvence pohybových prvků. Při používání nástrojů se využívá dalšího sekvenčního modelu. Proto je u metody MOST k popisu manuální práce zapotřebí jen tří základních sekvencí aktivit:

- obecné přemístění – prostorové přemísťování objektů volně vzduchem
- řízené přemístění – přemísťování objektů, které v průběhu přemísťování zůstávají v kontaktu s povrchem nebo jsou připojeny k jiným objektům
- použití nástroje – při používání běžných ručních nástrojů

Rodina systémů MOST:

- MINI MOST – operace do 10s
- BASIC MOST – operace od 10s
- MAXI MOST – operace od 100min
- ERGO MOST – posouzení zátěže člověka

## Basic MOST

Jelikož většina operací prováděných při výrobě kabelových svazků se pohybuje v rozmezí od několika málo sekund (např. dělení vodiče + narážení kontaktu – 1,2 s), po několika minutové operace (např. finální montáž svazku), byl do praxe zaveden systém Basic MOST.

Tabulka č. 2

Technika měření práce Basic MOST		
Aktivita	Sekvenční model	Subaktivity
Obecné přemístění	A B G A B P A	A - Akce na určitou vzdálenost B - Pohyb těla G - Získání kontroly P - Umístění M - Přesun řízený X - Procesní čas I - Vyrovnání F - Utáhnout L - Uvolnit C - Dělit S - Povrchová úprava M - Měření R - Zaznamenání T - Myšlení
Řízené přemístění	A B G M X I A	
Použití nástrojů	A B G A B P A B P A	

## Indexování parametrů

K těmto subaktivitám jsou pak běžně přiřazovány číselné indexy, které jsou vztaženy k časům na základě pohybového obsahu subaktivity. Tento systém poskytuje pokrytí všech kombinací pohybů, tzn., jakákoli kombinace pohybů může být analyzována. Příklad plně indexované sekvence Obecné přemístění:

A<sub>6</sub> B<sub>6</sub> G<sub>1</sub> A<sub>1</sub> B<sub>0</sub> P<sub>3</sub> A<sub>0</sub>

kde: A<sub>6</sub> – učinit tři až čtyři kroky k místu objektu

B<sub>6</sub> – sehnout se a napřímit

G<sub>1</sub> – získat kontrolu nad lehkým objektem

A<sub>1</sub> – přemístit objekt na dosah ruky

B<sub>0</sub> – žádný pohyb těla

P<sub>3</sub> – umístit a ustavit objekt

A<sub>0</sub> – žádný návrat



Uvedený příklad vyjadřuje tuto aktivitu: učinit tři kroky, zvednout šroub z úrovně podlahy, napřímít se a umístit šroub do díry.

### **Časové jednotky v Basic MOST**

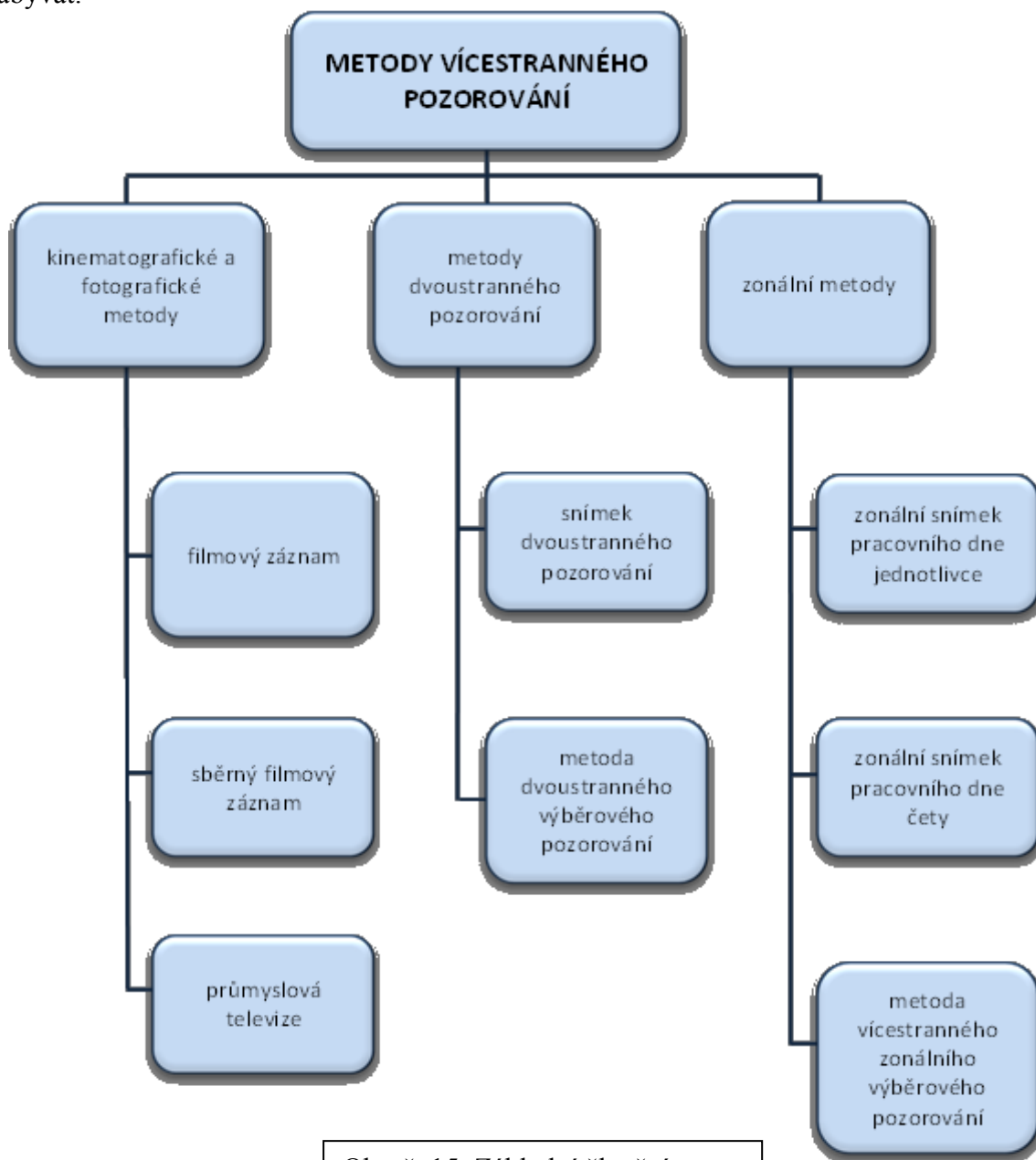
Časové jednotky, používané v systému MOST, jsou naprosto totožné jako ty, které se používají v základním systému MTM. Základem jsou hodiny a části hodin zvané Jednotky měření času (Time Measurment Units – TMU). Jedna TMU představuje 0,000 01 hodiny. Časová hodnota v TMU se vypočítá sečtením čísel indexů a vynásobením tohoto součtu deseti. Čas z předchozího příkladu se tedy vypočte následovně:  $(6 + 6 + 1 + 1 + 0 + 3 + 0) \times 10 = 170$  TMU, což se rovná přibližně 0,1 minuty.

### **Aplikační rychlost**

Systém MOST byl navržen tak, aby bylo jeho používání mnohem rychlejší, než je tomu u jiných technik měření práce. Toho bylo dosaženo vytvořením podstatně jednodušší struktury předem určených pohybových časů. Stanovení standardního času pomocí MTM, např. pro ustavení obrobku do stolní vrtačky může vyžadovat až 15 samostatných základních pohybů a následně je potřeba těmto pohybům přiřadit časové hodnoty z tabulky MTM. Zatímco u metody MOST je pro stejnou operaci nutno určit pouze sedm subaktivit, a to navíc zkušenější analytik dovede z paměti. Pak už zbývá pouze doplnit proměnná čísla indexů.

#### 4.4. Metody vícestranného pozorování

Pro úplnost ještě uvádím poslední skupinu studií používaných jako nástroj při racionalizaci. Z této skupiny se žádná metoda nepoužívá při výrobě kabelových svazků, jako tomu bylo u výše uvedených metod, proto se touto skupinou nebudu dále ve své práci zabývat.



Obr. č. 15, Základní členění metod vícestranného pozorování

## 4.5. Změna pracovního postupu

Změna pracovního postupu během sériové výroby není jednoduchá záležitost. Vše se musí dobře naplánovat. Nejdříve byl proveden teoretický časový propočet, jak bude operace po doplnění dalšího spodního dílu formy prováděna. Tento časový propočet byl následně porovnán se současným pracovním postupem, přesněji s pracovními časy této operace.

### **Varianta pracovního postupu bez využití posuvu pracovního stolu (původní)**

- 18 s    založit 2 nachystané svazky do formy
  - 1 s    zmáčknout a držet tlačítka start – posuv horního dílu dolů a následné uzavření formy
  - 3 s    příjezd vstřikovací hlavy a vstříknutí materiálu
  - 3 s    výdrž vstřikovací hlavy ve vstřikovací pozici bez vstřikování
  - 15 s    chlazení formy a současně chladnutí vstříknutého materiálu
  - 1 s    posuv nahoru – rozevření dvou dílů formy
- po rozevření obou dílů formy následuje vytažení hotových kusů a následné založení nových kusů za nečinnosti stroje.

**Pracovní čas stroje je 23 s.**

- 3 s    vyjmout zastříknuté kusy pomocí pneumatických vyhazovačů a odložit.
- Následuje založení nových dvou kusů do spodního dílu formy a zmáčknutí tlačítek start, celý vstřikovací cyklus se opakuje. V překrytém čase stroje, tj. za současného pracovního cyklu stroje provádí obsluha následující úkony:

- 2 s    odtržení vtoku na odložených kusech
- 4 s    kontrola vstříknutého lepidla
- 6 s    nasazení těsnění na průchodky ( $2 \times 3$  s)
- 2 s    odložení kusů do bedny + 0,1 s manipulace s balící jednotkou
- 2 s    přichystat nové 2 kusy pro vložení do formy

**Celkový čas práce obsluhy během vstřikovacího cyklu je 16,1 s.**

**Celkový čas na zástřik dvou kusů průchodek je 44 s celkem**

Výpočet využití času:

23 s - 16,1 s = **6,9 s** nevyužitý čas obsluhy stroje

44 s - výroba 2 kusů,  $44 : 2 = 22$  s

**čas na výrobu jednoho kusu je 22 s**

### **Varianta pracovního postupu s využitím posuvu stolu:**

- 20 s    vyjmout 2 svazky z bedny a založit do formy
  - 1 s     zmáčknout a držet tlačítka start – posuv horního dílu dolů a následné uzavření formy
  - 3 s     příjezd vstřikovací hlavy a vstříknutí materiálu
  - 3 s     výdrž vstřikovací hlavy ve vstřikovací pozici bez vstřikování
  - 15 s    chlazení formy a současně chladnutí vstříknutého materiálu
  - 1 s     posuv nahoru – rozevření dvou dílů formy
- po dokončení uložení nových dvou kusů do druhého - volného dílu formy následuje zmáčknutí tlačítek start a celý vstřikovací cyklus se opakuje.

**Pracovní čas stroje je 23 s.**

Po příjezdu horního dílu formy dolů a uzavření obou dílů formy provádí obsluha následující úkony:

- 3 s     vyjmout zastříknuté kusy pomocí pneumatických vyhazovačů
- 2 s     odtržení vtoku
- 4 s     kontrola vstříknutého lepidla
- 2 s     odložení kusů do bedny + 0,1 s manipulace s balicí jednotkou

v této chvíli dochází k opětovnému založení nových dvou svazků, viz začátek operace.

**Celkový čas na zástřik dvou kusů průchodek je 31,1 s.**

### **Výpočet využití času:**

$31,1 \text{ s} - 23 \text{ s} = 8,1 \text{ s}$  nečinnost stroje

$31,1 \text{ s}$  výroba 2 kusů,  $31,1 : 2 = 15,55 \text{ s}$

**čas na výrobu jednoho kusu je 15,55 s**

Oproti původnímu času, který byl 22s, by úpravou pracovního postupu s využitím pojezdu pracovního stolu došlo ke zkrácení času na výrobu jednoho kusu o 7,5s. Zkrácení času je poměrně znatelné, ale záleží také na celkové kapacitě stroje a jeho současném využití, jestli bude tato časová úspora dostačující. Pro určení využitelné kapacity stroje je nutné vycházet z ročního využitelného fondu stroje.

Roční využitelný fond stroje [5]

$$T_{\text{využ}} = (t_K - t_V) * s * t_{SM} - (t_O + t_P) * s * t_{SM} \quad [\text{hod/rok}]$$

$T_{\text{využ}}$  - roční využitelný časový fond

$t_K$  - počet kalendářních dnů v roce (2012 - 366)

$t_V$  - počet dnů nepracovních (volných)

$s$  - průměrná denní směnnost (1 až 3)

$t_{SM}$  - počet hodin za směnu (obvykle 7,5 hod.)

$t_O$  - počet dnů oprav za rok

$t_P$  - počet dnů na další plánované přestávky

$$T_{\text{využ}} = (366 - 114) \times 3 \times 7,5 - (2 + 1) \times 3 \times 7,5$$

$$T_{\text{využ}} = 5602,5 \quad [\text{hod/rok}]$$

Tento výpočet uvádí celkový roční fond stroje. Stroj je ale pochopitelně využíván i pro jiné projekty. Po odečtení časů potřebných pro práci na stroji pro jiné projekty bylo zjištěno, že počet volných hodin, které jsou k dispozici, činí 1 450 hodin za rok. Původní požadavek zákazníka byl na výrobu 140 000 kusů za rok. Při výrobním čase 22 s na kus je celková roční hodinová spotřeba času  $140\,000 \times 22 / 3\,600 = 855$  hod/rok. Při zdvojnásobeném požadavku, tedy na výrobu 280 000 ks nebylo možné zachovat původní výrobní postup, protože dvojnásobný čas potřebný pro výrobu 280 000 ks, tedy  $855 \times 2 = 1\,710$  hod/rok nebyl k dispozici. Tento výpočet potvrzuje původní úvahu o nutnosti racionalizace této operace jako nutný krok k uspokojení potřeb zákazníka.

Při úpravě pracovního postupu a zakoupení druhého spodního dílu formy, vychází pracovní čas na výrobu jednoho kusu výrobku na 15,55 s. Celková spotřeba času tedy činí  $280\,000 \times 15,55 : 3\,600 = 1\,210$  hodin za rok.

Jelikož k dispozici bylo 1 450 hod/rok, což je více než předpokládaná celková roční spotřeba času při změně pracovního postupu s využitím posuvu pracovního stolu, výroba dvojnásobného množství za použití pouze jednoho stroje byla tedy teoreticky možná, a to

pouze s relativně malou investicí. Zbývající hodiny, přesněji  $1\,450 - 1\,210 = 240$  hodin poslouží jako dostatečná rezerva pro případ, že teoretický výpočet pracovního času s použitím dvou spodních dílů vstřikovací formy by se lehce lišil od skutečného času po vyzkoušení nového pracovního postupu při ověřovací sérii.

Procentní vyjádření využití času stroje a času obsluhy stroje na tomto projektu.

➤ Původní varianta bez posuvu pracovního stolu:

Využití času stroje 23 s z celkových 44 s = **52 %**

Využití času obsluhy 37,1 s z celkových 44 s = **84 %**

➤ Teoretické vyjádření využití času stroje a obsluhy stroje s využitím posuvu pracovního stolu na tomto projektu:

Využití času stroje 23 s z celkových 31,1 s = **74 %**

Využití času obsluhy 31,1 s z celkových 31,1 s = **100 %**

Z vypočteného procentního vyjádření je patrné, že využití posuvu pracovního stolu přinese nejen zkrácení průběžného času výroby, ale i lepší využití pracovního času jak stroje, tak i obsluhy stroje. Tím, že po spuštění vstřikovacího cyklu zůstává druhý spodní díl formy volný, mohou být v tomto dílu vyměněny oba zastříknuté svazky za nové, a to při současném zástřiku dalších dvou svazků při pracovním cyklu stroje.

Investice na pořízení druhého spodního dílu vstřikovací formy byla výrobcem formy stanovena na 63 000 Kč. Jedná se o velmi malou investici v porovnání s pořízením nového vstřikovacího stroje. Nechci se zde pouštět do výpočtu návratnosti této investice, není to ani účelem této práce. Dovolím si pouze malou hypotézu. Kdyby zisk z jednoho vyrobeného svazku tohoto projektu byl pouhé tři korunu a padesát haléřů, tak při navýšení roční výroby o 140 000 ks se zisk zvýší téměř o půl miliónu korun. Investice 63 000 Kč činí necelých 13 % z tohoto ročního zisku navýšené výroby.

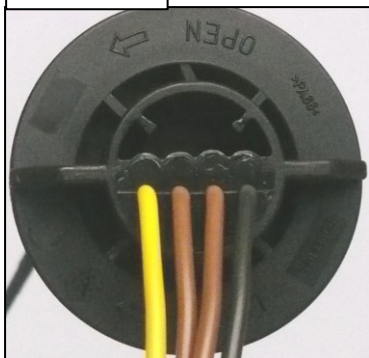
## 4.6. Zajištění 100% těsnosti

Pro zajištění těsnosti jsem podrobil zkoumání mnoho aspektů, viz kapitola 2. Dva z těchto aspektů jsou pevně ustanoveny. Jedná se o pracovní stroj a tvar průchodky. Změna typu stroje a tvaru průchodky by byla velmi nákladná a komplikovaná. Další dva aspekty, vstupující do pracovního procesu, tedy vstřikovací parametry stroje a vstřikovací materiál lze upravit či změnit, výsledky těchto změn po provedených zkouškách nepřinesly požadovaný efekt, tedy 100% těsnost zastříknuté průchodky. Jako poslední možná úprava se jevila úprava vstřikovací formy. Netěsnost průchodek je způsobena nedostatečným utěsněním vodičů v otvorech průchodky. Jak už jsem se zmínil v kapitole 3.1, mezi vodiči a dělicí přepážkou není místo pro vstřikované polyamidové lepidlo a v tomto prostoru vznikají nepatrné mezery, kudy může unikat vzduch či voda. Odstranění tohoto problému by pravděpodobně znamenalo zajištění požadované těsnosti. Jak ale zajistit dostatečné množství vstřikovaného materiálu kolem celého obvodu jednotlivých vodičů bez změny tvaru průchodky? Jedinou možností se zdálo posunutí dělicí roviny průchodky, tedy pomyslné přímky směrem dolů od dělicí přepážky. Vodiče budou sice tělesem průchodky procházet zešikma, to ale nebude mít vliv na funkci průchodky. Zákazník nestanovil žádné charakteristiky ohledně výstupu vodičů z průchodky. Vodiče by z této průchodky vycházely 2 mm pod dělicí rovinou, nedotýkaly by se dělicí přepážky v průchodce a tím by vznikl dostatečný prostor k dokonalému obtečení vstřikovaného materiálu kolem vodičů a tedy k dokonalému utěsnění. Tato úprava se jevila jako jediná možnost. Finanční náročnost této úpravy byla vyčíslena na „pouhých“ 29 000 Kč.

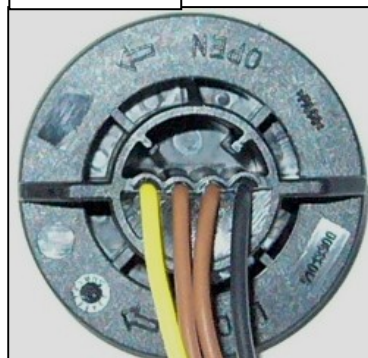
Bylo nutno nechat vyrobít nové příložky s posunutou rovinou. Příložky jsou výměnné části forem. Tyto výměnné díly jsou v přímém kontaktu s obrobkem a jsou tedy z celé formy nejvíce náchylné k poškození. Vyměnitelnost opotřebovaných dílů za nové je základním požadavkem pro dlouhou životnost všech strojů a zařízení včetně různých typů přípravků a forem. Po výměně těchto příložek s posunutou dělicí rovinou jsem zastříkl první zkušební kusy, na kterých bylo na první pohled patrné zlepšení ve smyslu dosažení dokonalé těsnosti. Vodiče uvnitř průchodky byly po zastříknutí obaleny vstřikovacím materiálem ze všech stran. Následné testy těsnosti mi potvrdily, že úprava formy byla úspěšná, všechny zastříknuté průchodky jsou 100% těsné a další úpravy již nebudou pravděpodobně nutné.

Na obrázku č. 9 je průchodka s posunutou vstřikovací rovinou, na obrázku č. 10 je průchodka před úpravou vstřikovací roviny.

Obr. č. 9



Obr. č. 10



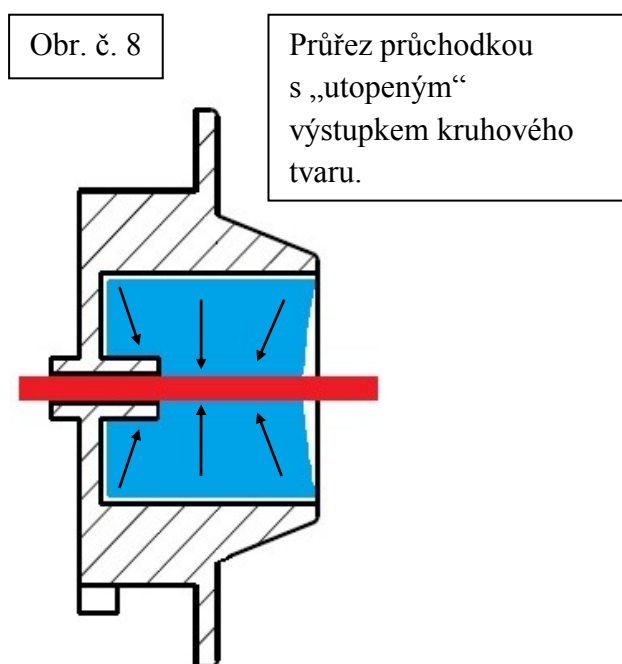


## 5. Celkové zhodnocení zlepšení

### Zástřík průchodky

Zlepšení ve smyslu zaručení 100% těsnosti průchodek bylo velmi úspěšné. Podařilo se mi nalézt takové řešení, kdy s relativně malými náklady došlo ke zlepšení pracovního procesu. Všechny zastříknuté kusy jsou 100% těsné, a při testování svazků na poslední operaci se již nevyskytují netěsné kusy. Taktéž při testování náhodně vybraných kusů během produkce pomocí vodního testu těsnosti nebyly nalezeny žádné průchodky, které by vykazovaly netěsnost, tedy takové, u kterých by během vodního testu docházelo k úniku vzduchu v podobě vzduchových bublinek. Toto řešení úpravy v podobě posunutí dělicí roviny nemá žádný negativní dopad, především z pohledu montáže hotových kabelových svazků na výrobní lince zákazníka. Stále je zastříkávána pouze jedna polovina průchodky, úspora vstřikovaného lepidla zůstala zachována.

Během hledání způsobu, jak zajistit 100% těsnost průchodek, jsem si vyzkoušel zástřík průchodek, které jsem si různě upravil. Např. jsem nožem seřízl (zkrátil) dělicí přepážku průchodky tak, aby zůstala „utopena“ uvnitř vnitřní části průchodky. Z těchto pokusů, a také z informací z příručky firem Henkel a OptiMel [1], jsem došel k přesvědčení, že ideálním konstrukčním řešením průchodky je kratší výstupek uvnitř průchodky. Návrh tohoto řešení je na obrázku číslo 8.



Vstříknutý materiál (modrá barva) má snahu smrštít se ve směru jak naznačují šipky. Výstupek uvnitř průchodky je tímto smrštěním, po úplném vychladnutí lepidla, pevně obejmuto, stejně tak i vodiče (červená čára). Tímto konstrukčním řešením, kdy vstříknutý materiál pevně obejmě vodiče včetně průchodky samotné v podobě zapuštěného výstupku uvnitř těla průchodky, by odpadl problém s netěsností.

Tato úvaha může sloužit v budoucnu při vývoji dalšího typu průchodky pro jiný počet vodičů. Každý typ průchodky je totiž použitelný jen pro konkrétní počet vodičů konkrétního průřezu, v našem případě se jedná o průchodku pro čtyři vodiče průřezu  $0,75 \text{ mm}^2$ , vnější průměr izolace vodiče je 1,9 mm.

### **Využití stroje**

Racionalizace výroby ve smyslu navýšení roční produkce vyráběných kusů na dvojnásobek, tedy z původního předpokladu výroby 140 000 ks ročně na současných 280 000 ks bylo také úspěšné. Opět se mi podařilo nalézt takové řešení, kdy za velmi malé dodatečné investice bylo dosaženo racionálnějšího využití jak stroje samotného, tak i využití pracovního času obsluhy stroje. Toto zlepšení je trvalého charakteru a může v budoucnosti sloužit jako vodítko při sestavování kalkulací pro podobné kabelové svazky, tedy především tam, kde zákazník požaduje zabezpečení těsnosti kabelového svazku za použití podobného typu průchodového dílu – průchodky.

## Závěr

Racionalizovat veškeré činnosti v podniku znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet přitom méně peněz [4]. Obecně se dá říci, že toto motto lze použít pro všechny činnosti, které lidé vykonávají. Nezáleží na tom, co člověk dělá. Záleží však na tom, jak to dělá, a zda to nejde udělat lépe. Typickým příkladem je, alespoň podle mého názoru, odívání.

Lidé se oblékali odjakživa, zprvu velmi primitivně. V pravěku lidé používali listy rostlin nebo kožešiny zvířat, které sami ulovili. Oděvy vyráběli ručně, jednotlivé části spojovali např. střívky zvířat. Později lidé spřádali vlákna různého původu za použití jednoduchých nástrojů. Vynález kolovratu v období vrcholného středověku nahradil práci několika přadlen. Průmyslová revoluce v 18. století přinesla velký nárůst produkce oděvů díky vynálezu textilního stroje. V současnosti jsou oděvy vyráběny sériově v obrovských množstvích, velmocí oděvního průmyslu se stala Čína. České textilní podniky byly převálcovány čínskou konkurencí, která vítězí nízkými cenami díky obrovskému objemu výroby a poměrně levnou pracovní silou. Na druhé straně stojí kvalita těchto výrobků, názor si jistě uděláte sami.

Racionalizace v oblasti automobilového průmyslu má velká omezení. Výroba tak složitého stroje, jakým je automobil, podléhá vysokým kvalitativním nárokům. Kvalitativní standardy je nutno důsledně dodržovat, ne-li zvyšovat. S každým novým kvalitativním požadavkem zákazníka je třeba přijmout příslušná opatření, což se projeví buď ve zvýšené pracnosti, nebo ceně výrobků. Až po zavedení a odzkoušení nových technologií a výrobních postupů, dokonalém zvládnutí pracovních postupů za účelem dosažení vysoké kvality vyráběných produktů, lze hledat skryté mezery ve výrobě.

Racionalizace výroby kabelových svazků pro automobilový průmysl podléhá těmto vysokým kvalitativním standardům bez výjimky. Výrobci světelné techniky jsou přímými dodavateli světlových automobilek na straně jedné, na straně druhé jsou zákazníky např. pro výrobce kabelových svazků. Tato úloha prostředníka je dosti nevďěčná role. Všechny požadavky, které si silné automobilky diktují, musejí tyto výrobci světlometů buď zohlednit při vlastní výrobě, nebo nezdědka tyto vysoké nároky přenášejí dále, tedy na výrobce kabelových svazků. Jsou pod velkým tlakem a nechtějí v „tom“ být sami. Racionalizovat

výrobu kabelových svazků např. tím, že svazek zjednodušíme, ať už použitím alternativních materiálů nebo odstraněním přebytečných úvazků či spon, nahrazením mechanické spojky ultrazvukovým svarem atd., si téměř vždy žádá nejen schválení výrobcem světlometů, ale také finálním zákazníkem, tedy automobilkou. Tento schvalovací řetězec je zdlouhavější, než je na první pohled patrné. Ani úpravu pracovních postupů za účelem snížení pracnosti či zkrácení průběžné doby výrobní dávky nelze provádět bez souhlasu zákazníka. Převedení výroby kabelových svazků do sériové výroby se uskutečňuje na základě auditu zákazníka. Při tomto auditu je zákazník seznámen s celým procesem výroby konkrétního svazku, tento proces musí být následně odsouhlasen. Každá změna, ať už materiálová nebo technologická, tedy podléhá schvalovacímu procesu zákazníkem. Z těchto důvodů je potřeba každý racionalizační návrh důkladně zvážit. Osobně znám dost případů, kdy bylo zákazníkovi předloženo finanční vyjádření racionalizačního návrhu, a i přes to, že úspora nebyla zanedbatelná, byl návrh zamítnut. Na druhou stranu znám ale případ, kdy zákazník sám požádal o provedení racionalizačních studií. A i když se v tomto případě jedná o svazky velmi jednoduché, kde je daleko menší prostor pro úspory než na velkých a složitých svazcích čítajících někdy i padesát vodičů vzájemně spojující až 12 konektorů, byly některé navržené úspory přijaty. Za všechny bych jmenoval materiálovou změnu, kde bylo zákazníkovi navrženo snížení průřezů vodičů z  $0,75 \text{ mm}^2$  na  $0,50 \text{ mm}^2$ . Tato nepatrná změna, která nemá žádný vliv na funkčnost svazku a je snadno proveditelná, představuje roční úsporu 1 600 € a byla spravedlivě rozdělena v poměru 50 : 50 mezi výrobce kabelového svazku a zákazníka.

Racionalizovat či neracionalizovat? Racionalizovat, ale s „rozumem“.

## Seznam použité literatury:

- [1] Henkel AG &Co. KGaA, OptiMel Schmelzgußtechnik GmbH & Co. KG, *Hotmelt Molding*, Suddeutscher Verlag onpact GmbH, 2009, 69 s. ISBN 978-3-937889-94-8
- [2] ŠAJDLEROVÁ Ivana, *Metody a technika řízení* [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: <http://vyuka.fs.vsb.cz/course/category.php?id=8> (nutnost přihlášení)
- [3] *Management Mania* [online]. [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: <http://managementmania.com/>
- [4] NOVÁK Josef. ŠLAMPOVÁ Pavlína. *Racionalizace výroby* [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>
- [5] NOVÁK Josef. *Organizace a řízení* [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/organizace-a-rizeni.pdf>
- [6] ZELENKA Antonín. PRECLÍK Vratislav. *Racionalizace výroby* Praha: ČVUT, 2004. 132s. ISBN 80-01-02870-4
- [7] SKALÍK Pavel. *Základy projektování*, skriptu předmětu
- [8] OptiMel Schmelzgußtechnik GmbH. *Machine system OptiMel 2002* [online]. Iserlohn [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://www.optimel.de/index.php?id=26&L=1>
- [9] BORDÁS Robert. *LEAN Company* [online]. Brno [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://www.leancompany.cz/cojetolean.html>